

地磁気・加速度センサとカメラを用いたスキージャンプ選手の指導者支援システムにおける加速度とカメラを利用した距離測定

高間木遼太[†] 佐藤永欣[†] 高山毅[†] 村田嘉利[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[‡]

1. はじめに

スキージャンプの一般的な指導方法はコーチ自身の経験・勘による方法が主流である。しかし、このような指導方はコーチの指導能力や経験に依存し、指導内容が必ずしも根拠に基づかないことや科学的とはいえないことが多い。そこでコーチの指導を補助するシステムとして、地磁気・加速度センサとカメラを用いてスキージャンプ選手の踏切動作をモニタするシステムを開発している。ジャンプの要因の7,8割は踏切で決定されると言われている。しかし、練習では人員の関係上、飛距離の測定は行われていない。このため、練習では踏切の良否をビデオと感覚で判断している。その結果、飛距離と踏切動作の関係が明確ではない。この論文ではこの問題に対して、加速度センサとカメラを用いて飛距離を自動的に計測するシステムを提案する。また、それらのデータを選手へフィードバックすることで、選手の競技力の向上、指導者を支援するためのシステムとして活用する。

2. 関連研究

人の動作をモニタリングする方法として、加速度センサとジャイロセンサや地磁気センサを組み合わせる方法、ビデオカメラを利用した方法、ビデオカメラとセンサを組み合わせた方法などがある。地磁気・加速度センサを用いた、自動車工場における作業トレースシステムでは、ルーティン作業における工員の動作は毎回概ね同じであることから、適切な特徴量を利用することで、通常と異なった動作をリアルタイムで検出可能である。これは、地磁気の回転運動量と加速度の出力を組み合わせることで行われている。また、ジャンプ台に圧力センサを取り付け、踏切時の力と方向、位置を測定する研究がある。しかし、ジャンプ台に圧力センサを設置するために、大規模な工事が必要なことやコストが大幅にかかることなどの問題点もある。

3. 先行研究

先行研究として「地磁気・加速度センサとビデオカメラの連動によるスキージャンプ選手のモーションモニタリングシステムの実装」がある。この研究では、スキージャンプ選手の動作を地磁気・加速度

A distance estimate using acceleration and the camera on the leader support system of the ski jumper's using Terrestrial Magnetism, an Acceleration sensor and the camera.

[†]Ryouta Takamagi, Nobuyoshi Sato, Tsuyoshi Takayama, Yoshitoshi Murata ([‡]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

センサとカメラを使用することで、選手の踏切動作をモニタリングする。選手の競技力、飛距離の向上を目的としている。しかし、この研究では飛距離の測定を行なっておらず、その踏切動作が飛距離に影響しているか不明であった。

4. 競技における飛距離と着地

スキージャンプ競技における飛距離とは、踏切台の終わりから選手が着地した地点までの事を言う。ランディングバーン横に踏切台から K 点付近まで 1m (もしくは数 m) おきに審判が並び、選手の着地点を測ることによって飛距離を測定する方法とビデオカメラを使用してジャンプの全体を撮影し着地点を割り出し、飛距離を測定する方法がある。しかし選手の着地姿勢によって着地点が変わるため実際の着地点を割り出すのは難しい。これは、FIS のルールがコンピュータ等によって自動化するのが複雑なためでもある。

5. 提案手法

先行研究で行われている、フォームのモニタリングのシステムに加えて、飛距離測定の方法を提案する。フォームのモニタリングと飛距離のデータを選手にフィードバックし、競技力の向上、指導者の支援を目的としている。これにより練習では行われなかった飛距離の測定の問題を解決する。

5.1. 飛距離測定の方法

今回飛距離を測定するのに加速度とカメラを使用する。選手には、フォームモニタリング用に足首、膝、腰に地磁気・加速度センサを取り付けてもらい、飛んでもらう。この時、カメラでランディングバーンを撮影する。カメラとセンサのデータ数を同期させ、加速度が着地の反動を検知したデータ数のカメラの画像を着地位置の画像とする。この画像を目視して飛距離を測定する。加速度を用いて判定を行うときはまず、外的要因を受けにくい空中・自由落下時を判別する。判別方法として、足首につけた地磁気・加速度センサの3軸を合成した値が 0.5G 以下の状態が1秒以上続く区間を空中にいる状態と判定する。実験用データを測定した岩手県山スキー場の K 点が 50m のジャンプ台では、選手が空中にいる時間が最長でも 1.5 秒程で最短でも 1 秒強であった。今日用いたセンサのサンプリング周期は 25ms であるため、40 個のデータで連続して加速度が 0.5G を下回ればよい。加速度がこの条件を満たさなくなった時点から、1 秒以内の足首の X 軸の加速度が最大となる瞬間の位置を着地したと判定する。

6. システム

本システムではフォーム・飛距離測定システムとフォーム・飛距離確認システムの2つを作成した。フォーム・飛距離測定システムでは、選手の踏切時のフォームと飛距離を測定する。フォーム・飛距離確認システムは確認システムで取得したデータを表示・確認するシステムである。後述で詳しく述べる。

6.1. フォーム・飛距離測定システム

フォーム・飛距離測定システムでは、地磁気・加速度センサを選手の足首、膝、腰に装着し、カメラを踏切地点が撮影できるような位置とランディングバーン全体が撮影できるような位置に設置する。その状態で踏切側のPCでセンサとBluetoothでペアリングし、センサのデータ取得とカメラのキャプチャを開始する。選手がアプローチから滑走する前にセンサデータの保存とカメラの録画を行う。本システムの構造を図1と図2に示す。

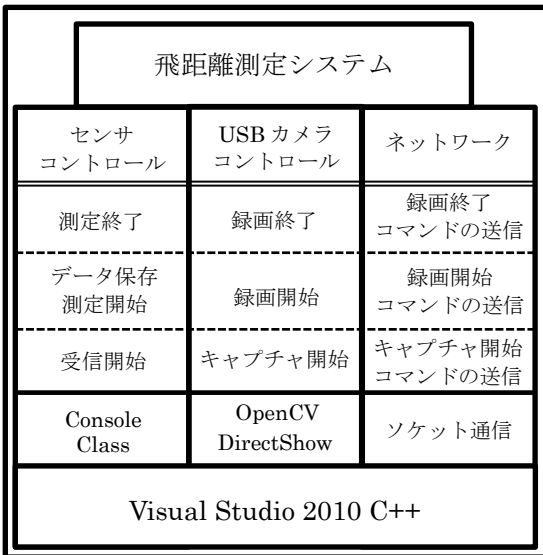


図1 飛距離測定システム構造

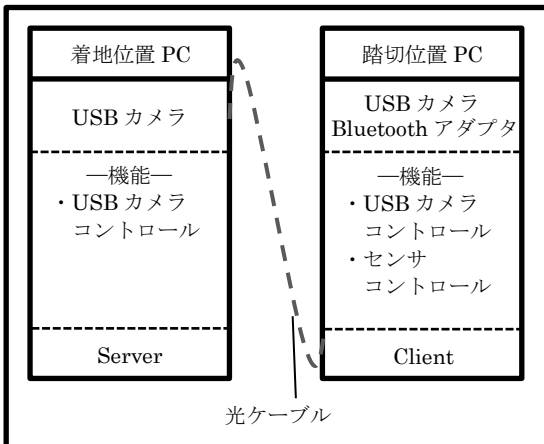


図2 飛距離測定システム概略

6.2. フォーム・飛距離確認システム

フォーム・飛距離確認システムでは、測定システ

ムで得られたデータを検証・確認するための機能を持つ。録画開始から終了までの地磁気・加速度センサの出力された値から膝・腰の角度を算出し、それらをグラフ化したものを25ms間隔、USBカメラ1Frame間隔で測定データを連動させて表示する。トラックバーや次、前のボタンを押すことで画像、グラフのカーソル、表などが連動して動作するようになっている。また、着地位置判定ボタンを押すことで画像、グラフ、表などがそれぞれ着地位置と判定したデータ数のデータを表示する。図3にこの画像を示す。

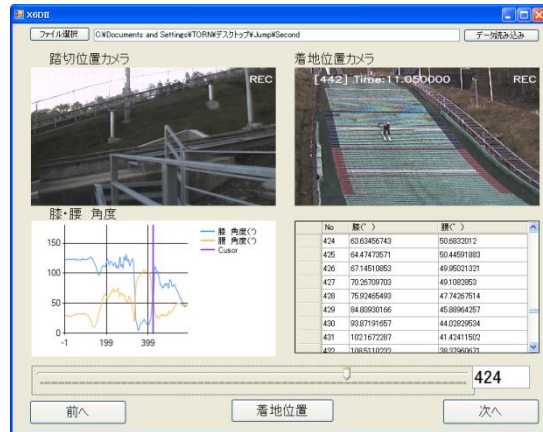


図3 検証用システムの実行例

7. 実験・考察

今回、着地位置の判定とフォーム・飛距離測定システムの実験を行った。実験には2人の選手に協力をお願いした。この実験の結果着地位置の判定に加速度の3軸の合成と足首の加速度のX軸を用いることで空中判定、着地判定が行えることがわかった。しかし、Bluetoothの接続距離のためか、キャプチャ開始後センサとの接続が途切れてしまう場合が何度かあり、データがとれても、センサとカメラの同期がうまく取れないことがあった。

8. まとめ

本稿で、地磁気・加速度センサとUSBカメラを用いたスキージャンプの飛距離を測定し、それらのデータの検証用のシステムを開発した。課題として、選手や指導者が使いやすいような状態では未だないため、現在コンソールで使用する形から、GUIで使用できるような改善や、測定用のシステムと検証用のシステムを統合することで、ジャンプ後すぐ検証できるような改善が必要である。

参考文献

[1] 及川正基, 佐藤永欣, 高山毅, 村田嘉利: 「複数の地磁気センサを組み合わせたスキージャンプ選手のモーションモニタリングシステム」, DICOM02010 pp. 363-371